

KESÄN VESITASEEN VAIKUTUS METSÄ- JA SUOKASVIL-
LISUUTEEN JA LINNUSTOON SEKÄ LÄMPÖOLOJEN
VÄLITYKSELLÄ MAATALOUDEN TOIMINTAEDELLYTYK-
SIIN SUOMESSA

REIJO SOLANTIE

SUMMARY:

THE INFLUENCE OF WATER BALANCE IN SUMMER ON FOREST AND
PEATLAND VEGETATION AND BIRD FAUNA AND THROUGH THE
TEMPERATURE ON AGRICULTURAL CONDITIONS IN FINLAND

Saapunut toimitukselle 16. 7. 1974

Suomessa haihdunnan ja sademäärän pitkäaikaisten keskiarvojen ero on suurin kesäkuussa. Tällöin se on positiivinen lukuunottamatta erästä Pohjois-Suomen osaa, jossa haihdunta ei koko kesänä ylitä sademäärää. Kesäkuun jälkeen sademäärä kasvaa nopeasti ja haihdunta pienenee. Ajankohta, jolloin sademäärä käy keskimäärin suuremmaksi kuin haihdunta, osuu yleensä heinäkuuhun. Heinäkuun haihdunnan ja sademäärän pitkäaikaisten keskiarvojen ero on positiivinen Suomen etelä- ja negatiivinen Suomen pohjoisosissa. Kesäkuun haihdunnan ja sademäärän eron 0-viivan pohjoispuolella maan pintakerros ei pääse käytännöllisesti katsoen koskaan kuivumaan, ja heinäkuun haihdunnan ja sademäärän eron 0-viivan pohjoispuolella maa on pinnalta märkä, silloin kun se on kokonaisuudessaan kuivimmillaan. Nämä rajat osoittautuivat erittäin merkityksellisiksi maalajien huuhtoutuneisuuden, soistuneisuuden, rehevien ja tuottoisien metsätyyppien esiintymisen, kasvillisuus- ja metsäkasvillisuusvyöhykkeiden sekä metsä- ja suokasvilajien levinneisyyden kannalta. Kun haihdunta vaikuttaa ilman kosteuteen ja siten yölämpötiloihin, on vesitaseella merkitystä myös maatalouden kannalta. Heinäkuun sademäärän ja haihdunnan keskimääräisen eron 0-viivan mertystä korostaa tässä suhteessa se, että tästä viivasta pohjoiseen alkavat yleiset heinä- ja elokuun yöpakkaset ja että vesitaseen aiheuttama puuston jyrkkä pieneneminen tällä viivalla pienentää vastaavasti haihduntaa, vähentää ilman kosteutta ja alentaa yölämpötiloja.

1. KASVUKAUDEN KOSTEUSOLOISTA

Lämpöolojen jälkeen on kosteus ilmeisesti tärkein ilmastollisista kasvilisuutta määräävistä tekijöistä.

Olen määrännyt vesitaseen pääkomponentit (sademäärä, haihdunta ja valunta) kautena 1931—1960 keskimäärin, ja selvittänyt niiden alueellisia jakautumia. Tulokset tullaan julkaisemaan myöhemmin. Vuosisademäärän kartan lisäksi on laadittu kartat kuukausisademäärästä. Haihdunta-kartat on laadittu järvien, maa-alueiden ja molempien haihdunnalle. Kuukausittaisia karttoja ei ole laadittu, koska kuukausihaihdunta muodostaa kaikkialla Suomessa suunnilleen yhtä suuren osan vuosihaihdunnasta. Ekologiselta kannalta on maa-alueilta tapahtuva haihdunta kiinnostavin.

Kesäkuussa maa kuivuu nopeasti, sillä haihdunta on maksimissaan (25 % vuoden haihdunnasta) ja sademäärä taas pienempi kuin keski- ja loppukesällä; lisäksi erityisesti kuukauden alkupuolella ja Pohjois-Suomessa valunta poistaa runsaasti lumensulamisvesistä muodostuvaa kosteutta. Kesän mittaan sademäärä kasvaa (nopeimmin kesäkuun lopussa ja heinäkuun alussa) ja haihdunta pienenee niin, että elokuun haihdunta, joka muodostaa enää 15 % vuosihaihdunnasta, jää sademäärää pienemmäksi kaikkialla Suomessa. Kastuuko maa tällöin, riippuu valunnasta.

Valunta maa-alueilta on vähäistä sademäärään ja haihduntaan verrattuna kesäkuun puolivälistä elokuun loppuun (ja suurin osa siitäkin on pohjavesivaluntaa). Pohjois-Lapin paljakka- ja tunturikoivualueilla kosteutta kuitenkin riittää kesän viileydestä ja lyhyydestä sekä niiden aiheuttamasta niukasta puustosta johtuvan haihdunnan vähäisyyden vuoksi keskikesälläkin melkoisen valunnan ylläpitoon. Muualla Suomessa suurin osa valunnasta tapahtuu tähän vuodenaikaan järvistä. Tosin poikkeuksellisten rankkasateiden sattuessa sekä hyvin kylminä ja sateisina kesinä saattaa maa-alueilta valua vettä melkoisesti keskikesälläkin. Metsä- ja suotyypit muodostuvat kuitenkin siksi hitaasti, että on syytä tarkastella vain pitkäaikaisia keskiarvoja. Esimerkkeinä keskimääräisen valunnan pienuudesta esitetään vesitaseen pääkomponentit (mm) kesäkuukausina keskim. kautena 1931—1960 Vantaan, Kyröjoen ja Ounasjoen sadealueilla (valunnat: Hydrologian toimisto 1965).

Vantaan sadealue (pinta-ala 1680 km², siitä järviä 2.8 %)

	kesäkuu	heinäkuu	elokuu
sademäärä	50	76	77
haihdunta	110	97	66
valunta	10	8	9

Kyröjoen sadealue (pinta-ala 4 805 km², siitä järviä 0.9 %)

	kesäkuu	heinäkuu	elokuu
sademäärä	56	79	78
haihdunta	87	77	53
valunta	18	12	14

Ounasjoen sadealue (pinta-ala 12 335 km², siitä järviä 2.3 %)

	kesäkuu	heinäkuu	elokuu
sademäärä	55	71	68
haihdunta	56	49	35
valunta	60	27	25

Vantaan ja Kyröjoen sadealueilla valunta on kaikkina kuukausina paljon sademäärää ja haihduntaa pienempi. Ounasjoen sadealueella valunta on suhteellisesti suurempi johtuen lähinnä latva-alueen koivumetsistä ja tunturipaljakasta, mutta sentään selvästi sekä sademäärää että haihduntaa pienempi paitsi kesäkuussa, jonka valuntaa vielä kevättulva nostaa.

Näistä luvuista havaitaan, että haihdunnan ja valunnan summakaan ei ylitä elokuun sademäärää missään esimerkkitaipauksestamme. Siten maa kaikkialla kastuu elokuun aikana. Maan kuivuessa kesäkuussa ja kastuessa elokuussa on heinäkuu se kuukausi, jolloin maa on kuivimmillaan. Heinäkuussa valunta on minimissään. Se muodostuu pohjavesi- ja poikkeuksellisten rankkasateiden valunnoista, joten sillä on varsin vähäinen ja harvoin esiintyvä vaikutus sen maalajikerroksen kosteusoloihin, jossa kasvien juuret sijaitsevat. Siksi heinäkuun vesitasetta tarkasteltaessa onkin syytä rajoittaa heinäkuun keskimääräisen sademäärän (merkintään P₇) ja haihdunnan (merkintään E₇) tarkasteluun. Ilmeisesti nimenomaan heinäkuun vesitase on metsätyyppien ekologian kannalta tärkein, koska se ratkaisee, pääseekö maa kesän aikana lainkaan kuivumaan. Senvuoksi tarkastellaan E₇—P₇:ää maannoksen kosteuden ja huuhtoutuneisuuden mittana. Myös kesäkuun vesitase on merkityksellinen. Silloin nimittäin haihdunnan ja sademäärän ero on suurin ja maan ylin pintakerros kuivimmillaan.

Kiitän prof. RAUNO RUUHIJÄRVEÄ, dos. SEPPÖ HUOVILAA ja LuK VEIKKO SOLANTIETÄ kannustuksesta ja asiantuntevista huomautuksista.

2. VESITASEEN PÄÄKOMPONENTTIEN ALUEELLISESTA JAKAUTUMASTA HEINÄKUUSSA

Seuraavaksi selvitämme, mitkä tekijät määräävät P₇:n ja E₇:n alueelliset jakautumat.

P₇ on melko tasaisesti jakautunut (kuva 2). Pienet piirteet lienevät melko satunnaisia kuurosateiden luonteesta johtuen (esim. yli 20 mm:n vuorokausisateita saadaan yhdellä paikka-

kunnalla heinäkuussa noin 15 kertaa 30 vuoden aikana. Jos paikkakunnalla A saadaan 4 tällaista kuuroa enemmän kuin paikkakunnalla B, aiheuttaa se vähintään 3 mm keskimääräisen eron kuukausisademääriin. Tällainen tapaus ei ole kovinkaan kummallinen, sillä binomijakautuman normaalin aproksimaation mukaan todennäköisyys, että rankkasateita olisi vähemmän kuin 13, on 18 %, samoin kuin myös toisinpäin, että niitä olisi enemmän kuin 17).

Sensijaan kartan pääpiirteet ovat todellisia. Näistä mainittakoon ensinnäkin se, että sademäärä kasvaa mereltä sisämaahan päin noin 50 km:n matkalla. Tämä johtuu siitä, ettei merellä, jossa vedenpinnan lämpötila on päivällä paljon maanpinnan lämpötilaa alhaisempi, synny nousuliikkeitä ja niiden aiheuttamia kuurosateita siinä määrin kuin mantereella. Alimmassa ilmakerroksessa tuulee yleisimmin vinosti mantereelle päin, niin että yleisin tuulensuunta on Pohjanlahden rannikolla luode, Itämeren rannikolla länsi, Suomenlahden rannikolla lounas ja Laatokan rannikolla etelä. Ilman jouduttua mantereelle se lämpenee hyvin nopeasti, niin että jo n. 5—10 km:n päässä rantaviivasta vallitsevat tyypilliset sisämaan päivälämpötilat. Ilman vertikaalisen liikenoisuuden ollessa suuruusluokkaa cm s⁻¹ ja horisontaalisen m s⁻¹, ulottuu voimakas nousuliike tiivistymiskorkeuteen vasta kaukana sisämaassa. Siten rantamaalle muodostuu vyöhyke, joka on yhtä lämmin kuin sisämaa, mutta paljon vähäsateisempi.

Äsken mainitut vallitsevat tuulensuunnat aiheutuvat siitä, että Länsi-Suomeen syntyy matalapaine, jonka keskus on Suomenselällä (kuva 4). Ensinnäkin polaarrintama sijaitsee heinäkuussa 60. ja 65. leveysasteen välillä aiheuttaen tälle vyöhykkeelle länsi-itäsuuntaisen matalapainealueen. Matalapaineen syntymistä Länsi-Suomeen edesauttaa vielä Pohjanlahden ja Jäämeren sekä Vienanmeren kylmyys, jonka vuoksi ilmanpaine pysyy niillä mantereeseen verrattuna korkeana. Päivällä matalapaine on ilmeisesti noin 1½—2 kertaa niin syvä kuin kuvassa 4. Matalapaineessa syntyy konvergenssia, mikä lisää ilman nousuliikettä. Suomenselälle ja Järvi-Suomen luoteisosaan muodostuu tällöin laaja sademaksimi (kuva 2). Maksimin rajoittumista Järvi-Suomessa matalapaineen keskusta lähinnä oleviin osiin, siis Näsijärven, Päijänteen pohjoisosan ja Keiteleen tienoille edistää se, että suuret järvet ehkäisevät nousevien ilmapirtausten syntyä. Vaikutus on pienempi kuin meren, kuvasta 2 päätellen vain n. 5 mm; järvi-veden lämpötilahan on heinäkuussa korkeampi kuin vuorokauden keskilämpötila ja vain keskipäivällä ilman lämpötilaa alhaisempi.

Lapissa P₇ on pienin lähinnä Jäämerta. Ilma on täällä useammin kuin muualla Jäämereltä peräisin. Tällaisissa ilmassoissa on absoluuttinen kosteus niiden kylmyyden vuoksi vähäinen. Ilman jouduttua mantereelle, lämpenee se edelleen kaukanakin Jäämerestä, koska se kauttaaltaan on kylmää, siis toisin kuin Itämereltä saapuva ilma. Tästä seuraa, että Jäämeren ilman suhteellinen kosteus on Pohjois-Lapissa pieni, eritoten kun haihdunta

on paljakkaja- ja tunturikoivualueilla vähäistä puuston mitättömyyden takia. Sademäärät jäävät siten myös vähäisiksi.

Vuotuisen maa-alueelta tapahtuvan haihdunnan keskiarvoa E_A (kuva 6) kuvaa Suomessa yli 1000 km²:n alueilla hyväksi osoittautunut SOLANTIEN haihduntayhtälö

$$(1) E_A = 0.313 T + 1.14 K - 40,$$

jossa T = tehoisan lämpötilan summa, joka saadaan laskemalla yhteen vuorokauden keskilämpötilat + 5 asteen ylittävältä osalta

ja jossa K = puuston kuutiomäärä koko maa-alan hehtaaria kohti.

Kun T on suuruusluokka 1 000 ja K suuruusluokkaa 100, ja T :n alueellinen vaihtelu suuruusluokkaa 100 ja K :n suuruusluokkaa 10, määrää T pääasiallisesti vuosihaihdunnan. T :n alueellinen jakautuma 1931–1960 nähdään kuvassa 5.

T määräytyy sekä päivä- että yölämpötilasta. Molemmat pienenevät absoluuttisen korkeuden kasvaessa $0.5^\circ - 0.6^\circ/100$ m (VAAJAMA 1966); 100 metrillä T muuttuu siten n. 80° . Päivälämpötilan pienenemisnopeus kasvaa pohjoiseen päin johtuen edellä mainitusta Jäämeren ilmassojen vaikutuksesta. Yölämpötilatkin laskevat keskimäärin etelästä pohjoiseen päin; lasku (toukokuussa $0.7^\circ/100$ km, heinäkuussa $0.3^\circ/100$ km ja syyskuussa $0.6^\circ/100$ km, VAAJAMA 1966) on pienempi kuin päivälämpötiloilla (VAAJAMA 1966: touko- ja syyskuussa $0.4^\circ/100$ km sekä heinäkuussa $0.3^\circ/100$ km).

Suurilla järvillä on huomattava T :n arvoa kasvattava vaikutus. Päivällä ei suurimpienkaan järviemme pintaa lähinnä oleva viileä ilmapatja vaikuta ohuutensa ja päiväsaikaisen voimakkaan ilman sekoittumisen vuoksi käytännöllisesti katsoen lainkaan järvien rannoilla tai läheisyydessä sijaitsevien seutujen lämpötiloihin edes alkukesällä (SOLANTIE, julkaisematon). Yöllä (ja jossain määrin myös aamulla ja illalla) tuulennopeus on paljon pienempi kuin päivällä pitkäaaltoisen olossäteilyn päästessä jäädyttämään maanpinnan läheisen ilmakerroksen ja stabilisoidessa sen. Järvillä ei pintakerros pääse kuitenkaan jäähtymään, koska vielä illalla on veden sekoittuminen tarpeeksi voimakasta pitääkseen vedenpinnan lämpimänä ja haihdunnan voimakkaana. Siten yöllä, jolloin usein suuretkin selät tyyntyvät, ilma on järvillä ja läheisillä maa-alueilla huomattavasti kosteampaa kuin vähäjärvisillä seuduilla; kun näet ilman jäähtyessä kastepistelämpötila saavutetaan, alkaa vesihöyryn tiivistyminen vapauttaa lämpöä.

SOLANTIEN mukaan järvet nostavat selvästi sellaisen paikan yölämpötilaa, joka keskipisteenä piirretyn, n. 20–25 km-säteisen ympyrän ala sisältää vähintään neljänneksen, siis 400 km², järviä. Ympäristön järvien kokonaispinta-alan pienetessä tästä, pienenee järvien vaikutus yö-, ilta- ja aamulämpötiloihin nopeasti. Siten järvien edullinen vaikutus ilmastoon ulottuu lähes

kaikkialle Järvi-Suomeen lukuunottamatta sen sisältämiä vähäjärvisiä seutuja (esim. Kangasniemen pohjois-osassa, Pieksämäellä ja Juvan pohjoisosassa sijaitsevaa Savonselkää). Se, että VAAJAMA havaitsi heinäkuussa vuorokauden minimi- ja maksimilämpötilojen laskevan etelästä pohjoiseen yhtä nopeasti, johtuu siitä, että järvet ovat keskittyneet maan eteläpuoliskoon. Jos järvien vaikutus eliminoidaan, on heinäkuun vuorokausiminimien pienenemisnopeus pohjoiseen päin vain $0.15^\circ/100$ km.

Järvet kohottavat vuorokauden minimilämpötilaa äsken määritetyillä vaikutusalueillaan, eniten kesäkuukausina (kesä- ja heinäkuussa 1.6° sekä elokuussa 1.7° ; keskimääräinen vaikutus on toukokuussa 0.8° , syyskuussa 1.2° , lokakuussa 0.6° ja marraskuussa 0.2°). Niillä alueilla, joilla järvien edullinen vaikutus on havaittavissa, lisää T :n kasvu haihduntaa maa-alueilta keskim. n. 30 mm vuodessa ja noin 8 mm heinäkuussa. Vähäjärvisilläkin seuduilla järvet ja joet vaikuttavat edullisesti lämpötiloihin, mutta vain aivan rannan lähellä.

Puuston vaikutuksesta manittakoon, että 20 m³ ha⁻¹:n muutos, joka havaitaan esim. E_7-P_7 :n 0-rajalla, vaikuttaa haihduntaan noin 20–25 mm vuodessa ja noin 5 mm heinäkuussa.

Sekä T :n että K :n jakautuma aiheuttavat sen, että E_A pienenee pohjoiseen päin (kuva 5). Lapissa jyrkkä muutosvyöhyke syntyy havumetsän rajalle, joka noudattaa T :n arvoa 550. Etelä- ja Keski-Suomessa E_A :n maksimit havaitaan suurten järvien tienoilla ja minimi suurilla, vähäjärvisillä vedenjakajaseuduilla. Näistä tärkein on Suomonselkä, jossa E_7-P_7 :n negatiivisuutta P_7 :n maksimi korostaa.

3. HEINÄKUUN VESITASEEN MERKITYKSESTÄ METSÄKASVILLISUUDELLE JA SOISTUNEISUUDELLE

Kuvan 8 kartassa nähdään E_7-P_7 :n alueellinen jakautuma (keskimäärin kautena 1931–1960). Kukin kartan ruutu arvo edustaa aluetta, jonka pinta-ala on 1 600 km² (40×40 km). Verrattaessa tätä karttaa eräisiin metsä- ja suokasvillisuutta esittäviin karttoihin havaitaan seuraavaa:

Eteläsuomalaisen metsäkasvillisuusvyöhykkeen pohjoisraja (kuva 8) noudattaa tavattoman tarkasti E_7-P_7 :n 0-viivaa. Siirryttäessä saman viivan yli pohjoiseen soiden osuus maanpinta-alasta kasvaa nopeasti ylittäen 30 % (kuva 10), kun taas puuston määrä (kuva 11), tuottokyky (kuva 12) ja kasvu vähenevät nopeasti, ensin mainittu (m³ ha⁻¹ kaikella metsämaalla) alle 70:n, keskimäinen alle 4.0:n (m³ ha⁻¹ kasvillisella metsämaalla) ja viimeksi mainittu (samoin) alle 2.5:n. Podsolin uutemaakerroksen paksuuden (kuva 19) nopeimman kasvun viiva noudattaa taas melko tarkoin E_7-P_7 :n arvoa 10.

Lehtoja ja lehtomaisia metsätyyppejä (kuva 14) ei esiinny käytännöllisesti katsoen ollenkaan tämän viivan pohjoispuolella, lukuunottamatta suppeata aluetta Kuusamossa ja »Lapin kolmiota», joilla paikallisesti kalkkipitoinen maaperä korvaa runsaan huuhtotumisen aiheuttaman maan ravinneköyhyyden; lisäksi jälkimmäisellä alueella E_7-P_7 on vähän suurempi (noin -10) kuin sen ympäristössä (noin -20). Pohjoisin alue, jossa lehtoja esiintyy erityisen runsaasti, Kallaveden ympäristö, on samalla Suomen pohjoisin kolkka, jossa E_7-P_7 ylittää arvon +20.

E_7-P_7 :n 0-viiva muodostaa useiden laihojen maiden puiden ja varpujen, esim. vaivaiskoivun (*Betula nana*) ja variksenmarjan (*Empetrum nigrum*) yhtenäisen esiintymisen alueen etelärajan ja monien rehevien maiden puiden ja varpujen, esim. tervalepän (*Alnus glutinosa*) yhtenäisen esiintymisen alueen pohjoisrajan (KUJALA 1964), ja eteläisten putkilokasvilajien lukumäärä vähenee tällä rajalla nopeasti (kuva 15). Niinpä uusimmassa Suomen kasvimaantieteellisessä aluejaossa (KALLIOLA 1973) kahden pääalueen välinen raja kulkee erittäin tarkasti E_7-P_7 :n 0-viivaa myöten.

Kaikenkaikkiaan E_7-P_7 :n 0-viiva jakaa pohjoisen havumetsävyöhykkeen kahteen pääosaan: pohjoiseen, jossa läpi kesän kestävä märkyys sekä suoranaisesti että aiheuttamansa maaperän huuhtoutuneisuuden takia on ratkaiseva este tehokalle puuntuotannolle ja antaa koko luonnolle karun leiman, sekäeteläiseen, jossa olosuhteet puuntuotannolle ovat lähes ihanteelliset.

4. KESÄKUUN VESITASEEN MERKITYS SUO- JA METSÄTYYPPIEN ALUEELLISALLE JAKAUTUMISELLE

Vesitasetarkastelun avulla voidaan selvittää muitakin luonnonmaantieteellisiä rajoja kuin E_7-P_7 :n 0-viivaa myötäilevät. Esim. aapasoiden esiintymisen eteläraja (kuva 9) näyttää olevan lähinnä kesäkuun kosteusoloista riippuvainen. Vaikeasti vettä läpäisevillä turvemailla on nähtävästi ylin, pääasiassa rahkasammaleen muodostama turvekerros kuivimmillaan jo kesäkuussa, vaikka maaperä on kuivimmillaan vasta heinäkuussa. Haihdunnan ja sademäärän ero on näet kesäkuussa huomattavasti suurempi kuin heinäkuussa. Vyöhyke, jossa haihdunta on heinäkuussa sademäärää pienempi, ulottuu puuttomilla mailla huomattavasti kauemmas etelään päin kuin metsissä. Edellisillä näet haihdunta saadaan haihduntakaavasta $K:n$ arvolla 0, ja on siten pienempi kuin jälkimmäisissä. Kun rahkasammal ei kesällä luovuta vettä valuntaan käytännöllisesti katsoen lainkaan, on seurauksena, että suokasvillisuus on kuivimmillaan jo kesäkuussa. Niinpä havaitaan, että aapasoiden esiintymisalueen eteläraja yhtyy kesäkuussa puuttomilta alueilta tapahtuvan haihdunnan (kesäkuun haihdunta 25 % vuosihaihdunnasta) ja

kesäkuun sademäärän (kuva 1) tasa-arvokäyrään (+13 mm, kuva 7). Ainoastaan Joensuun itäpuolella olevalla pienellä alueella, joka on tämän viivan pohjoispuolella, ovat aapasuot harvinaisia. Tämä saattaa johtua alueen poikkeuksellisen suurista korkeusvaihteluista. Kesäkuussa Norjanmeren ja Itämeren sademääriä alentava vaikutus on voimakkaampi ja ulottuu kauemmas kuin myöhemmin kesällä. Vaikutuksen ulottuessa Suomen selälle saakka, ei eteläsuomalaisen metsäkasvillisuusvyöhykkeen pohjoispuolelle jäävillä eteläisellä Suomenselällä ja Perämeren eteläosan ranta-alueella esiinny aapasoita; toisaalta aapasoita esiintyy eteläsuomalaiseen metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen kuuluvassa Järvi-Suomen pohjoisosassa, jonne Perämeren sademääriä alentava vaikutus ei kesäkuussakaan ulotu.

Haihdunta Peräpohjolan aapasoilta saattaa olla hieman suurempi ja Pohjanmaan aapasoilta hieman pienempi kuin haihduntayhtälöstä saatu; Peräpohjolan aapasuot ovat näet runsasrimpinä avoimempia ja märempiä kuin Pohjanmaan aapasuot (RUUHIJÄRVI 1962). VIRRAN (1966) havainnot tukevat tätä johtopäätöstä. Kesäkuun haihdunnan ja sademäärän suuri ero (+13 mm) aapasoiden etelärajalla ei kuitenkaan selity tällä tavoin. Niinpä VIRTÄ havaitsi tämän rajan läheisyydessä Alajärven Möksyssä aapasuolla (Pohjoisneva 63°05' N, 24°17' E) kesäkuun haihdunnaksi 65 mm, kun taas haihduntayhtälön mukainen arvo on 68 mm; siten soilla kesäkuun haihdunnan ja sademäärän ero ei poikenne paljoa 10:stä aapasuovyöhykkeen etelärajalla.

Pohjois-Suomessa kesäkuun vesitase on tärkeämpi kuin heinäkuun myös metsäkasvillisuudelle. Ensiksikin Suomen havumetsävyöhykkeen pohjoisosassa maaperä on kuivimmillaan jo kesä- ja heinäkuun vaihteessa. Toiseksi kesäkuu on ainoa kuukausi, jolloin haihdunta ylittää samaan suuruusluokkaan kuin sademäärä. Siten kesäkuun koko maa-alueella tapahtuvan haihdunnan ja sademäärän eron 0-viivan pohjoispuolella maanpinnan kosteus on suuri varsinkin kuusimetsissä, missä tuuletus on vähäinen. Näin ollen Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeen eteläraja (kuva 9) noudattaa melko hyvin kesäkuun koko maa-alueilta tapahtuvan haihdunnan ja sademäärän erotuksen samanarvonkäyrää (kuva 7); käyrän arvo on +5 eikä 0 ilmeisesti siksi, että kausi 1931-1960 oli Pohjois-Suomessa poikkeuksellisen lämmin.

Kesäkuun haihdunnan ja sademäärän eron +5-viiva muodostaa myös kahden kasvimaantieteellisen pääalueen välisen rajan (KALLIOLA 1973).

5. KESÄN KOSTEUS- JA LÄMPÖOLOJEN KESKINÄISESTÄ VUOROVAIKUTUKSESTA

E_7-P_7 :n negatiivisuuden mukanaan tuoma luonnon karuus vaikuttaa takaisin E_7-P_7 :ää pienentävästi kahdestakin syystä. Haihdunta pienenee tällä rajalla jyrkästi johtuen ensinnäkin puuston pienenemisestä ja toiseksi

siitä yölämpötilan alenemisesta, jonka pieneen E_7 :n arvoon liittyvä ilman absoluuttisen kosteuden ja kastepisteen aleneminen aiheuttaa. Erityisesti sillä vyöhykkeellä, jossa $10 > E_7 - P_7 > 0$, on varottava runsaita hakkuita, koska ne saattavat johtaa helposti tilanteeseen, jossa $E_7 - P_7 < 0$ ja siten soistumista edistävasti, heinä- ja elokuun yöpakkasten syntymiseen ja pitkän ajan kuluessa vielä metsätyyppisiä huonontavasti. Valunta kasvaa ja haihdunta pienenee hakkuiden vuoksi ilmeisesti enemmän kuin kaava (1) antaa, koska myös ilmasto huononee.

Kun ilmasto määrittää näin täsmällisesti metsäkasvillisuuden ja suotyypien esiintymisvyöhykkeet, on Suomi järkevintä jakaa ilmastovyöhykkeisiin useimpia metsänhoidollisia toimenpiteitä varten näitä ekologisesti luonnollisia rajoja myöten. Tulokset ovat parempia kuin pelkästään tehoisan lämpötilan summaan perustuvat, etenkin kun näiden karttojen tähänastisissa analyyseissä (esim. JÄRVEN kartta HEIKURAISEN (1973) julkaisussa) ei ole lainkaan huomioitu järvien vaikutusta, mikä johtaa suuriin, paikkoin yli 100 asteen virheellisyksiin.

6. HEINÄKUUN KOSTEUSOLOJEN VAIKUTUKSESTA LINNUSTOON

Metsälintulajien esiintymistiheydet kytkeytyvät kiinteästi metsäkasvillisuusvyöhykkeisiin ja kaikkien lintulajien esiintymistiheys pesintäkauden yölämpötiloihin. Siten pesivien maalintuparien tiheys putoaa $E_7 - P_7$:n 0-viivalla pohjoiseen päin siirryttäessä tavattoman paljon, n. 50 %:iin rajan eteläpuolen arvosta (kuva 16). KALELAN (1952) mukaan tämä viiva muodostaa päärajan eurooppalaiseen faunaan kuuluvien eteläisten lajien ja siperialaiseen faunaan kuuluvien pohjoisten lajien välillä: »A border zone of this type stretches from the farthest corner of the Gulf of Bothnia to the regions north of Lake Ladoga, so that Suomenselkä watershed region ... remains to the north of the boundary». Siten tämä viiva muodostaa kymmenien pohjoisten lintulajien yleisen esiintymisen etelärajan ja kymmenien eteläisten lintulajien yleisen esiintymisen pohjoisrajan (kuvat 17 ja 18).

7. HEINÄKUUN VESITASEEN VÄLILLINEN VAIKUTUS MAATALOUDEN TOIMINTAEDELLYTYKSIIN JA SUOMEN ASUTTAMISEEN

E_A :n T :n jakautumien samankaltaisuus korostaa $E_7 - P_7$:n 0-viivan merkityksellisyyttä luonnolle erityisesti siksi, että tällä viivalla alkaa heinä- ja elokuun yöpakkasten esiintyminen. Tämä näkyy esim. maatilahallituksen hallavahinkoja kuvaavasta kartasta (kuva 22), mutta vain karkeasti, koska jokaisessa kunnassa ei hallavahinkoja arvioida eikä kaikissa kunnissa joka

vuosi ja koska vahingot ovat viljelystottumuksista riippuvaisia. Kuitenkin on selvää, että peltoviljely suhtautuu ilmastoon kuten muukin kasvillisuus; ainoa ero on havaittavissa siinä, että hienorakeisimmat maalajit, savi ja hiesu, joille pellot on meillä raivattu, eivät ole ilmaston kosteuden aiheuttamalle huuhtoutumiselle lainkaan siinä määrin alttiita kuin metsämaat (AALTONEN 1952); siten lämpöolot vaikuttavat peltoviljelyyn suoranaisesti ja vesitase yölämpötiloihin vaikuttaessaan välillisesti. Koko maa-alan karuuteen ei pelloilla ole paljoakaan vaikutusta, vaan sen jakautuma on sama kuin $E_7 - P_7$:n (kuva 19).

Maatalouskeskusten liiton lajikesuorituksessa käytetty vyöhykejako vuodelta 1970 on varsin epäonnistunut: suositus esim. asettaa samaan asemaan Saimaan seudun Lappeenrannan ja Savonlinnan välillä ja Suomenselän vedenjakajaseudun aina Alajärvelle asti pohjoisessa, ja samoin Kallaveden ympäristön samaan asemaan kuin Suomenselän pohjoisosan. Tehoisan lämpötilan summa on Saimaan seuduilla 1200–1300, Kallaveden ympäristössä 1150–1200, eteläisellä Suomenselällä n. 1050–1100 ja pohjoisella Suomenselällä n. 1000–1050. Järvi-Suomen itäosassa se on siten noin 15 % suurempi kuin samalla vyöhykkeellä Suomenselällä. Kasvukausi alkaa Järvi-Suomen itäosassa n. 2 vrk aikaisemmin ja päättyy n. viikkoa myöhemmin kuin Suomenselällä (vertailuasemat Suomenselällä Kihniö, Ähtäri, Reisjärvi ja Haapavesi, Järvi-Suomen itäosassa Lappeenranta, Punkaharju, Varkaus ja Kuopion lentosääasema). Kuukauden alimpien lämpötilojen keskiarvo kautena 1931–1960 keskimäärin oli heinäkuussa Suomenselän asemilla $+3^\circ \dots +5^\circ$ ja Järvi-Suomen itäosan asemilla (joiden ympäristössä on järviä yli 25 % pinta-alasta), $+7^\circ \dots +9^\circ$. On kuitenkin huomattava, että mainitut Suomenselän asemat ovat kaikkein edullisimmilla paikoilla, kuten suurimmat kylätkin: Karvian, Ähtäri ja Reisjärven asemat sijaitsevat järvien ja Haapaveden asema joen rannalla. Sensijaan 60-luvulla perustettu Alajärven Möksyn asema antaa alueellisesti ja metsällisesti edustavamman kuvan Suomenselän ilmastosta. Möksy siis edustaa niitä »larva»- eli »sivukyliä», joita pohjalaiset tietävät yöpakkasten eniten koettelevan. Kun Kuopion lentosääasemalla (perustettu v. 1945) alin koskaan mitattu lämpötila oli heinäkuussa $+2.5^\circ$ ja elokuussa $+1.0^\circ$, niin Alajärven Möksyssä oli kesinä 1965–1973 vain kaksi sellaista heinäkuuta, joina ei 2 m korkeudella mitattu pakkasta (alin lukema -2.0° , kahdesti mitattu), ja elokuun alin lämpötila oli neljästi -5° , kerran -4° ja kahdesti $+0^\circ$; maanpinnassa (ja myös esim. tähkien tasolla) oli vielä kylmempää.

Viljelyssuositusrajoilla, joiden pitäisi ilmaista »kuinka varmasti tietty lajike ehtii tuleentua» (KOLKKI ym. 1970), ei ole siten paljoa tekemistä kasvukauden olosuhteiden kanssa, vaan rajat noudattavat lähinnä maaliskuun keskilämpötilan käyriä. Maatilahallituksessa on tapana jakaa korvaukset useimmiten suunnilleen tällaista aluejakoa noudattaen, olkoonpa sitten

kysymys lumi- tai hallavahingoista (valaiseva esimerkki kuvassa 23). Onneksi maanviljelijämme eivät näitä suosituksia noudata, mikä näkyy esim. sen rajan sijainnissa, jonka pohjoispuolella ei vehnää v. 1959 enää lainkaan viljelty (AARIO 1966): raja seuraa E_7-P_7 :n arvoa -10 ja kiertää pahimman hallavahinkoalueen. Sama asia nähdään myös yleisen vehnänviljelyn pohjoisrajaa v. 1960 kuvaavan, AARION voimakkaasti tasoittaen piirtämän käyrän kulussa. Viljelyn sopeutumista luonnonoloihin vastoin Maatalouskeskusten Liiton suosituksia osoittaa AARION alkuperäisen kartan mukaan sekin, että yhdessäkään Suomenselän kunnassa ei kevätevehnällä olevan pellon osuus v. 1959 ylittänyt 3 prosenttia (jääden esim. eteläisellä Suomenselällä sijaitsevilla Karvialla ja Kauhajoella alle 0.5 prosentin), mutta että se oli Joroisissa 10–15 %, Rantasalmella 5–10 % sekä Liperissä ja Leppävirroilla 3–5 %. Maatalouskeskusten Liitto (1974) on juuri saanut valmiiksi uuden vyöhykejaon lajikesuosituksia varten. Tämä vyöhykejako on edellistä parempi, koska se on ilmeisesti laadittu kasvukauden pituuden mukaiseksi (kuva 24), tosin aivan liikaa tasoittamalla.

Suomen asutus keskiajalla ja vielä 1560-luvulla (Pohjoismaisen autio-tilatutkimuksen Suomen jaosto 1973, kuva 20) noudatti varsin hyvin luonnon edellytyksiä, sen pohjoisrajan asettuessa suunnilleen sille viivalle, jossa uutemaakerros paksunee nopeimmin pohjoiseen päin ja jossa E_7-P_7 saa arvon $+10$. Se että asutuksen tuolloinen pohjoisraja ja uutemaakerroksen nopeimman muutoksen vyöhyke on vähän etelämpänä kuin E_7-P_7 :n 0-viiva, jossa nykyään luonnonolot ja ilmasto nopeimmin muuttuvat, heijastanevat ilmaston muuttumista edullisemmaksi; nykyisen podsolin muodostuminenhan on kestänyt n. 500–1000 vuotta (AALTONEN 1952). Kun asutus sittemmin väestön lisääntyä levisi epäedulliselle ilmastovyöhykkeelle, mikä tapahtui varsin myöhään — Suomenselkä sai pääosan asutuksestaan vasta 1700-luvun lopulla ja 1800-luvun alkupuolella (JUTIKKALA 1949) — kertyi luonnonoloihin nähden liikaa väestöä välittömästi E_7-P_7 :n nollarajan pohjoispuolelle, vaikkakin päävedenjakajat erottuvat ympäristöstään nykyäänkin asutuksensa ja viljelystensä vähäisyyden vuoksi (kuva 20). Tämä heijastuu vielä nykyäänkin siinä, että puolet Suomen köyhimmistä kunnista (verotettava tulo asukasta kohden, kuva 21) sijaitsee jonossa, jota Suomenselän vedenjakaja helminauhan tavoin yhdistää (Mitä—missä—milloin 1972). Suomenselän kunnat jäävät kuitenkin huomattavasti vähemmälle tuelle kuin sitä vauraammat seudut, koska ne, sijaitessaan useiden maakuntien reunoilla, yleensä unohdetaan.

Kuvat (1–24) sivuilla 177–184.

- AALTONEN, V. T. 1952. Soil Formation and Soil Types. Suomi, A General Handbook on the Geography of Finland 65–73. Published by the Geographical Society of Finland.
- AARIO, LEO 1960. Suomen kartasto 1960: Kasvisto ja kasvillisuusvyöhykkeet, kartta 1. Suomen maantieteellinen seura ja Helsingin yliopiston maantieteen laitos. Atlas of Finland 1960: Flora and vegetation zones, map 1. The Geographical Society of Finland and Department of Geography, Helsinki University.
- » — 1966. Suomen maantiede. Tiedekirjasto N:o 14.
- AHTI, T., HÄMET-AHTI, L. ja JALAS, J. 1968. Vegetation and their sections in northwestern Europe. Ann. Bot. Fenn. 5.
- BERGMAN, G. 1960. Suomen kartasto 1960: Eläimistö, kartta 18. Suomen maantieteellinen seura ja Helsingin yliopiston maantieteen laitos. Atlas of Finland 1960: Fauna, map. 18. The Geographical Society of Finland and Department of Geography, Helsinki University.
- CAJANDER, A. K. 1925. Metsätyypiteoria. Ylipainos Suomen Metsätieteellisen seuran julkaisusta Acta For. Fenn. 29.
- HEIKURAINEN, LEO 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. Acta For. Fenn. Vol. 131, 1973.
- ILVESSALO, YRJÖ 1960. Suomen metsät kartakkeiden valossa. The forests of Finland in the Light of Maps. Summary in English. Comm. Inst. For. Fenn. 52.2.
- JUTIKKALA, EINO 1949. Suomen historian kartasto, kartat 10 ja 11. Suomalaisen tiedeakatemian toimituksia. Suomen tiedettä No 2.
- KALELA, AARNO 1961. Waldvegetationszonen und ihre klimatischen Parelleltypen. Arch. Soc. »Vanamo», 16: suppl. 1961; 65–83.
- KALELA, OLAVI 1952. Regional Distribution of the Fauna. A General Handbook on the Geography of Finland 266–269. Published by the Geographical Society of Finland.
- KALLIOLA, REINO 1973. Suomen kasvimaantiede.
- KOLKKI, OSMO 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931–1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Nide 65 osa 1 a—1965. Julkaisut ilmatieteellinen keskuslaitos. Tables and Maps of Temperature in Finland during 1931–1960. Supplement to the Meteorological Yearbook of Finland Volume 65part 1 a—1965. Published by the Finnish Meteorological Office.
- » — ja HELMINEN, VEIKKO A. 1970. Ilmapaine kautena 1931–1960 Suomessa. Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja N:o 21.
- » — HUOVILA, SEPPÖ ja VALMARI, ARVI 1970. Kasvituotannon alueelliset rajat maatalousmeteorologian kannalta. Nordia tiedonantoja N:o 3 1970. Pohjois-Suomen maantieteilijäin seura r.y.
- KUJALA, VILJO 1952. Vegetation. Suomi. A General Handbook on the Geography of Finland 209–234. Published by the Geographical Society of Finland.
- » — 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista. Suomessa vuosina 1951–1953 suoritettujen valtakunnan metsien 3. linja-arvioinnin tuloksia. Referat: Über die Frequenzverhältnisse der Wald- und Moorpflanzen in Finnland — Ergebnisse der 3. Reichswaldabschätzung 1951–1953. Commun. Inst. For. Fenn. 59.1.
- LEHTONEN, LEO 1951. Linnuston levinneisyysrajoista ja vyöhykkeistä Suomessa. Eripainos Luonnon Tutkijasta n:o 2, 1951.
- Maatalouskeskusten liitto 1974. Maatalouskeskusten Liiton kasvilaji- ja lajikesuositus 1974. Maatalouskeskusten Liiton Julkaisuja n:o 580.

- Mitä—missä—milloin 1972. Tilastokeskuksen ennakkotiedot keväällä 1971 vuoden 1969 verotuksesta.
- Pohjoismaisen autioutilatutkimuksen Suomen jaosto 1973. Suomen asutus 1560-luvulla. Kartasto, kartta 9. Suomen historiallinen seura.
- RUUHIJÄRVI, RAUNO 1962. Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. »Vanamo» Tom. 31. N:o 1.
- Tie- ja vesirakennushallitus, hydrologinen toimisto 1965. Hydrologinen vuosikirja 1963—1964.
- VAAJAMA, PENTTI 1966. On the distribution of maximum and minimum temperatures in Finland during the period 1931—1960. Finnish Meteorological Office Contributions n:o 63.
- VALMARI, ARVI 1966. On night frost research in Finland. Acta Agr. Fenn. 107: 191—214.
- VIRTA, JUHANI 1966. Measurement of evapotranspiration and computation of water budget in treeless peatlands in the natural state. Comm. Phys-Math. Soc. Sci. Fenn. Vol. 32, No: 11.
- WMO (World meteorological organization) 1971. Climatological Normals (CLINO) for Climat and Climat Ship Stations for the Period 1931—1960. WMO/OMM—N o. 117. TP. 52.

SUMMARY:

THE INFLUENCE OF WATER BALANCE IN SUMMER ON FOREST AND PEATLAND VEGETATION AND BIRD FAUNA AND THROUGH THE TEMPERATURE ON AGRICULTURAL CONDITIONS IN FINLAND

The temperature conditions and the relation of the main components of water budget (precipitation, evaporation and runoff) to each other in summer are ecologically the most important climatological factors in regions of snow forest climate. This climate type prevails throughout Finland except a narrow belt farthest in north. Considering the main components of water budget the land is at driest during July throughout Finland. In July, runoff as an average for longer period, is only about 10 mm, except those rising from lakes and from northernmost regions. In most years the July runoff is still smaller, because the maximum values are observed due to unusually heavy downpours and unusually wet and cold summers. Therefore, only the consideration of precipitation and evaporation is needed. The difference between July evaporation (E_7) and July precipitation (P_7) is positive in the southern and negative in the northern part in Finland, showing thus, whether the upper layer of earth is wet or dry in the warmest part of the year. The 0-curve of $E_7 - P_7$ (fig. 8) running through Finland, is observed to form a very distinct and important limit for the leaching of soils and mainly through this effect for spreading of animal and vegetation species (natural and cultivated), for forest types, volume of growing stock, for the growth and productive capacity of stock, for abundance of peatlands and for zones of vegetation and forest vegetation (figs. 9 to 20 and 22). The limit for the region with a common appearance of temperatures below the free-

zing point in July and August nights and the curve of value 1100 for the sum of those parts of daily average temperatures which exceed 5° C (T) runs near the 0-curve of $E_7 - P_7$ (figs 5 and 8).

The July precipitation (fig. 2) is quite evenly distributed in Finland except in northernmost and coastal regions (up to a distance of 50 km from coast line), where it is reduced. Some smaller precipitation amounts are also observed in regions where the percentage of area covered by lakes is the greatest. The maximum of P_7 is situated in western Finland in the western parts of »Lake Finland» and on the watershed region west of it, called Suomenselkä (the watershed as dashed line in fig. 21). The situation of this maximum of precipitation can be explained as follows: The atmospheric polar front is on an average running between 60. and 65. latitudes in summer in Northern Europe, forming a latitudinal zone of low atmospheric pressure. Due to the effect of cold sea surfaces of the Polar Sea, the Gulf of Bothnia, the White Sea (and at daytime that of Gulf of Finland, Lake Ladoga and great lakes of Finland) on air pressure, a low pressure center with convergence and an accentuated vertical motion is created in western Finland with center at Ähtäri (figs. 3 and 4).

For annual land evaporation E_A (fig 6) there is a formula

$$(1) E_A = 0.331 T + 1.14 K - 40$$

obtained by SOLANTIE, describing average values under longer periods; this formula is turned out to be accurate for regions with an area greater than 1000 km². Here,

T = the sum of those parts of daily average temperatures which exceed = 5° and

K = the volume of growing stock on a hectar of land.

The July evaporation (E_7) amounts to 22% of E_A . The main factor determining E_A is T . Further T can be presented as a function of day and night temperatures. Both of them decrease in summer from south to north, the latter less (0.3° to 0.4°/100 km depending on the month; VAAJAMA 1966) than the former (0.3° to 0.6°/100 km) because of the latitudinal change in the length of day time. Also, both of them decrease with increasing height 0.5° to 0.6° per 100 m (VAAJAMA 1966); the corresponding change in T is about 80°/100 m.

The influence of lakes on air temperatures is obtained neither in the noon nor in the afternoon because of the strong turbulent mixing of air, but in the evening, night and morning the warming effect exerted by lakes is felt due to the raised dew point temperature in the air above them. This effect is found by SOLANTIE to be statistical significant for a place, in the surrounding of which the percentage of area covered by lakes exceeds 25 %, when the surrounding is determined as a circle with a radius of 20—25 km and with the considered place in the center. (SOLANTIE, not published).

Thus the major part of so-called Lake Finland is warmed up by lakes (in summer the daily minimum temperatures are statistically significantly increased by 1.6° to 1.7°, in spring and in summer less). The resulting increment in land evaporation amounts to about 30 mm in a year and to 8 mm in July. For small lakes and rivers, the warming effect reaches only the vicinity of shores.

In summer, the Baltic exerts naturally an influence on temperatures in the coastal area. The cold layer above water is however so thin that the air streaming into land assumes typical inland values at the distance of 5–10 km from the coast line (VAAJAMA, 1966). In night, there exists mostly no flow into land, and therefore the relative warmth of sea water does not affect night temperatures into land farther than the relative coldness in daytime does. Because of the wider reach of reduced precipitation in coastal regions, a belt with relatively high values of $E_7 - P_7$ is formed in these regions.

On the basis of the discussion above, the distribution of $E_7 - P_7$, as shown in fig. 8, is created. The climatological disadvantage of the main water shed regions, especially Suomenselkä, is obviously accentuated by the reactive influence of the barren forest types and wide fens on the climate: the reduced evaporation lowers the dew point temperature in clear summer nights, allowing the temperature to fall down. Therefore, at such places of Suomenselkä (the watershed region around dashed line in fig. 21) where there are no rivers and lakes nearby, temperatures below freezing point at height of 2 m are observed almost every July and August, reaching sometimes up to -5°C (for example at Alajärvi, Möksy, situation ($63^\circ 06' \text{N}$, $24^\circ 16' \text{E}$), a climatological station of Finnish Meteorological Institute). On the other hand, at the observation stations situated in the part of Lake Finland, where the percentage of lakes exceeds 25, temperatures below freezing point are never observed in July. Also the duration of the vegetation period is at Suomenselkä one week shorter than at the same latitudes in Lake Finland; especially, autumn begins earlier.

Thus, the 0-isoline of $E_7 - P_7$ affects indirect, through temperature, on climatological conditions for cultivation but not through the leaching of soil (arable soils are not leached significantly; AALTONEN 1952).

The customs of farmers in choosing suitable species to cultivate, agree with climatological conditions (figs. 5 and 22) but contradict the recommendations given in 1974 by The Association of Agricultural Centers (fig. 24). Moreover, the usage of Ministry of Agriculture and Forestry, in paying allowances for all kinds of damages, follows most often zones of these recommendations, independent of the real situation (fig. 23).

Also, the old settlement of Finland restricted to the regions with the climatically most advantageous conditions. When the settlement later, forced by the increasing population, spread to the barren and climatologically disadvantageous regions, the relatively densest population, when taking into account the natural resources, formed quite to the north of the transition zone; this is seen in income statistics

(Mitä—missä—milloin 1973; fig. 21). On the other hand, Suomenselkä watershed region is still today sparsely populated and less cultivated than the surrounding regions.

The old northern limit of Finnish settlement in medieval times (fig. 20) and the zone of sharpest change in the thickness of leached layer of podsol (fig. 19) follow the curve of $E_7 - P_7$ (fig. 8) with value 10 mm but not 0 mm; this may be because of the more disadvantageous climatic conditions, as compared with the present time; the forming of the present podsol has taken 500 to 1000 years (AALTONEN, 1952).

In view of forest management, careful cutting measures are needed in the zone with values 0 to +10 mm of $E_7 - P_7$, in order to avoid deterioration of forest types and the increase of peatland areas.

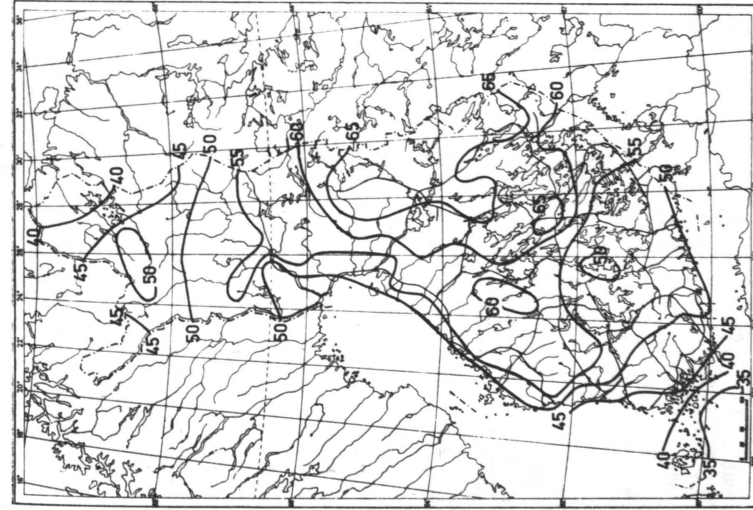
Beside the 0-isoline of difference between July evaporation and precipitation, also other natural geographical limits, depending on precipitation and evaporation, can be found. For example, the southern limit of aapa-fens (fig. 9) coincides an isoline (+13 mm) of the difference between June evaporation from treeless areas (given by the evaporation equation with $K = 0$) and June precipitation (fig. 7); only in a small region north of this line in east there are no aapa fens obviously because of an especially rough topography in this region. The major part of the difference between the northern limit of the forest vegetation zone of South Finland and the southern limit of aapa fens (fig. 9) arises from the difference between the areal distributions of precipitation in June and July (figs. 1 and 2). In June, the reducing effect of the Northern Atlantic and the Baltic on precipitation is more powerful and vaster in area than later in summer; thus the precipitation is reduced also in Suomenselkä region which also results in the fact that the southern part of Suomenselkä region and the coastal belt of southern part of the Bay of Bothnia belongs neither to the forest vegetation zone of South Finland nor to the zone of aapa fens; on the other hand, aapa fens appear in the northernmost part of Lake Finland belonging to the vegetation zone of South Finland because the effect of the Bay of Bothnia no longer reaches this region in June.

The evaporation from aapa fens in northern Finland may be slightly higher and that in middle Finland slightly lower than that given by the equation (1), because aapa fens of northern Finland are more exposed to wind and have more water surfaces than those in middle Finland. The high value (+13 mm) of difference between evaporation and precipitation in June at the southern limit of appearance of aapa fens is explained by this conclusion only partly. According to observations of VIRTA (1966), the June evaporation from a fen in middle Finland, Pohjoisneva ($65^\circ 05' \text{N}$, $24^\circ 17' \text{E}$) at Alajärvi, very near to the southern limit of appearance of aapa fens, was observed to be 65 mm whereas 68 mm is obtained from the evaporation equation. Thus the value for the isoline in question is near to 10 for fens of middle Finland.

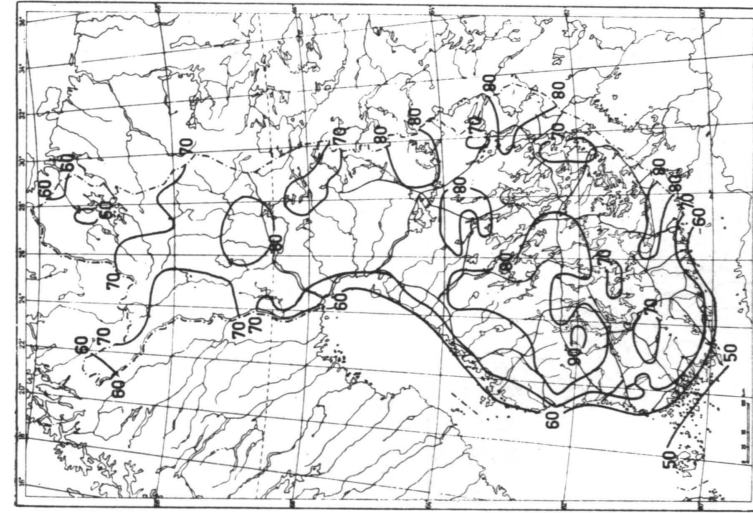
The significance of humidity conditions in June is greater than in July which is expected. Firstly there exists practically speaking no run off from spagnum cover in summer, and secondly, the difference between evaporation and precipitation is less for treeless areas than that for the total land areas, resulting in positive values in June (June evaporation 25 % of annual value) but not in July in middle Finland. Thus the spagnum cover of vast open fens is at the driest already in June, and the June precipitation and evaporation are decisive for the areal distribution of aapa fens.

In northern Finland the June water balance is more important than that of July, also for forest vegetation. Firstly in the northernmost part of the coniferous zone in Finland, the soil is nearly at the driest already in the very beginning of July or in the last days of June. Secondly, June is in this region the only month in which the evaporation amounts to about the same value as the precipitation. Thus, north of the 0-isoline of the difference between June evaporation from the total land area and June precipitation, very humid conditions prevail on earth surface, especially in spruce forest, where weak winds prevail. Thus, the southern limit of Peräpohjola forest vegetation type (fig. 9) joins rather well the isoline of the difference between June evaporation from total land area and June precipitation (fig. 7). The value of the isoline is +5 instead of 0, obviously because the period 1931–1960 was exceptionally warm in northern Finland.

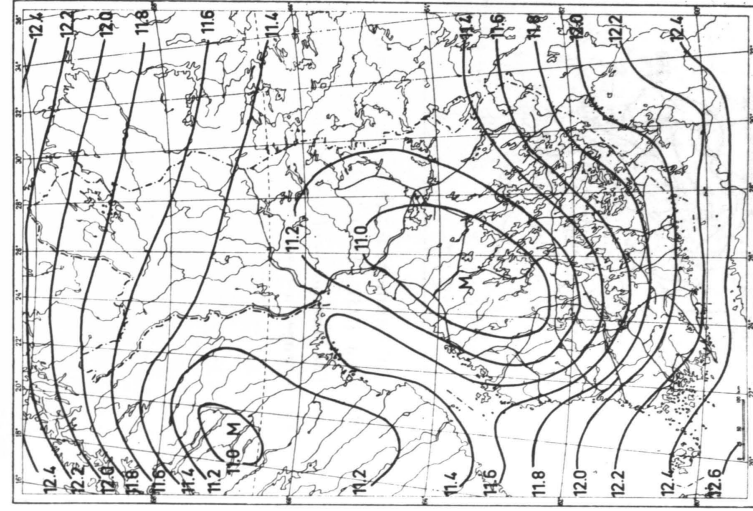
The figures (1–24) on pp. 177–184.



Kuva 1. Kesäkuun sademäärä (mm) kautena 1931–1960 keskimäärin (SOLANTIE).
Fig. 1. June precipitation (mm) on an average during period 1931–1960 (SOLANTIE).

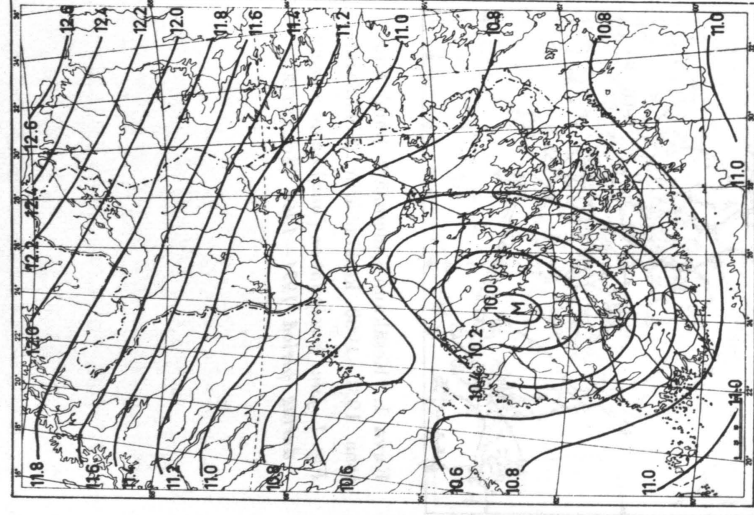


Kuva 2. Heinäkuun sademäärä (mm) kautena 1931–1960 keskimäärin (SOLANTIE).
Fig. 2. July precipitation (mm) on an average during period 1931–1960 (SOLANTIE).



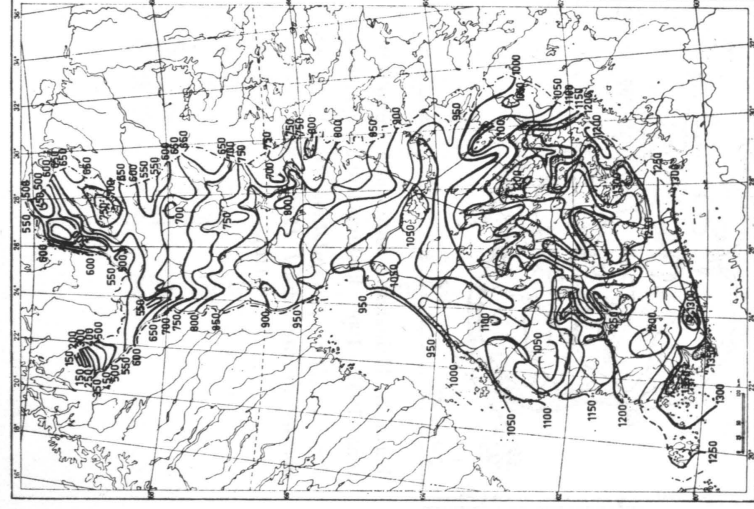
Kuva 3. Merenpintaan redukoitu ilmapaine (mb–1000) kesäkuussa keskimäärin kautena 1931–1960. Karttaa laadittaessa on käytetty Suomen osalta HELMISEN ja KOLKIN (1970) sekä Norjan, Ruotsin ja Neuvostoliiton osalta WMO:n (WMO 1971) keräämiä tietoja (Norja ja Ruotsi: kaikki CLINO-asetat; Neuvostoliitto: Leningrad, Kaunas, Velikie Luki, Moskova, Vologda, Arkangel ja Muurmanski); (SOLANTIE).

Fig. 3. Atmospheric sea-level pressure (mb–1000) in June as an average for period 1931–1960. The data as in fig. 4 (SOLANTIE).



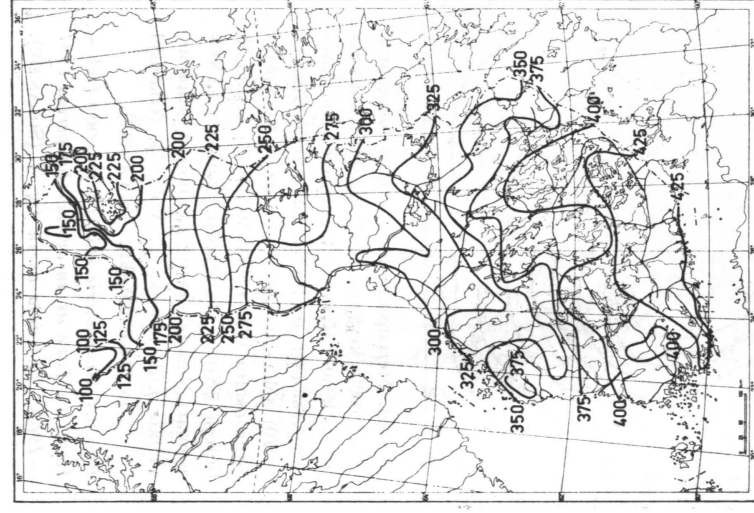
Kuva 4. Merenpintaan redukoitu ilmapaine (mb-1000) heinäkuussa keskimäärin kautena 1931-1960. Perustiedot kuten kuvassa 3 (SOLANTIE).

Fig. 4. Atmospheric sea-level pressure (mb-1000) in July as an average for period 1931-1960. When making the map, HELMINEN's and KOLKKI's data (1970) were used for part of Finland and data collected by WMO (1971) for part of Norway, Sweden and Soviet Union (Norway and Sweden: all CLINO-stations; Soviet Union: Leningrad, Kaunas, Velikie Luki, Moskva and Arkangel); (SOLANTIE).



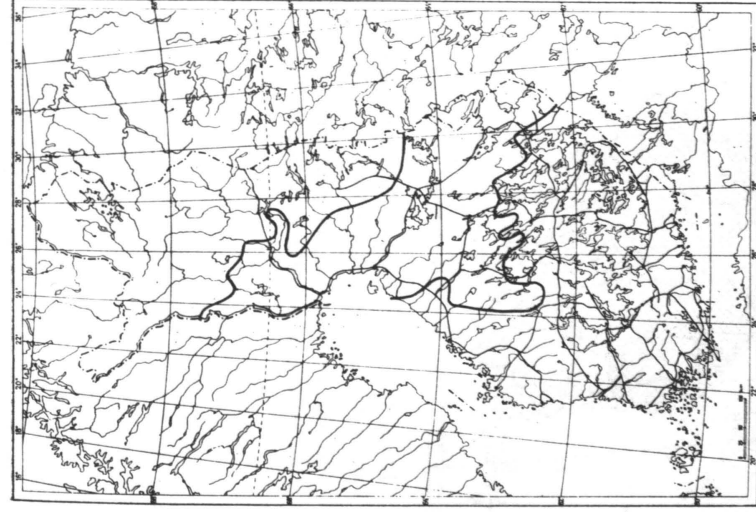
Kuva 5. Tehoisan lämpötilan summa Suomessa keskim. kautena 1931-1960 (SOLANTIEN analyysi KOLKIN (1966) havainnoista).

Fig. 5. The annual sum of those parts of daily average temperatures for period 1931-1960 which exceed 5° C. In analysis the effect of lakes and altitude taken into account (SOLANTIE).



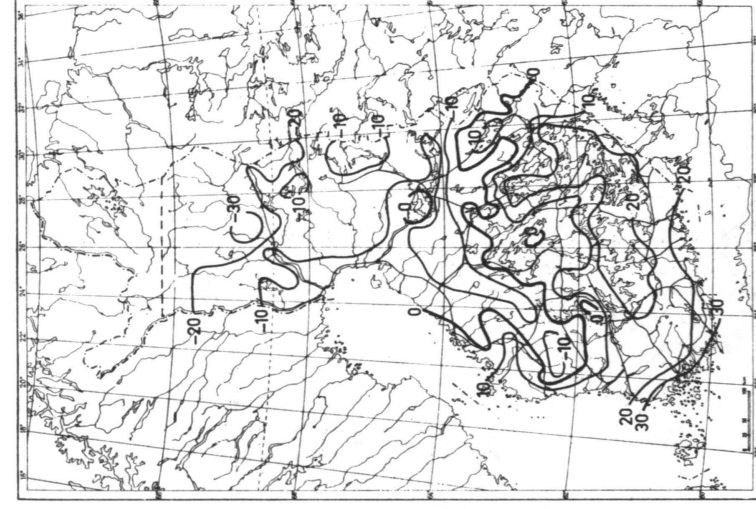
Kuva 6. Vuotuinen maaihhdunta (mm) kautena 1931-1960 keskimäärin.

Fig. 6. The annual land evaporation (mm) on an average during period 1931-1960 (SOLANTIE).



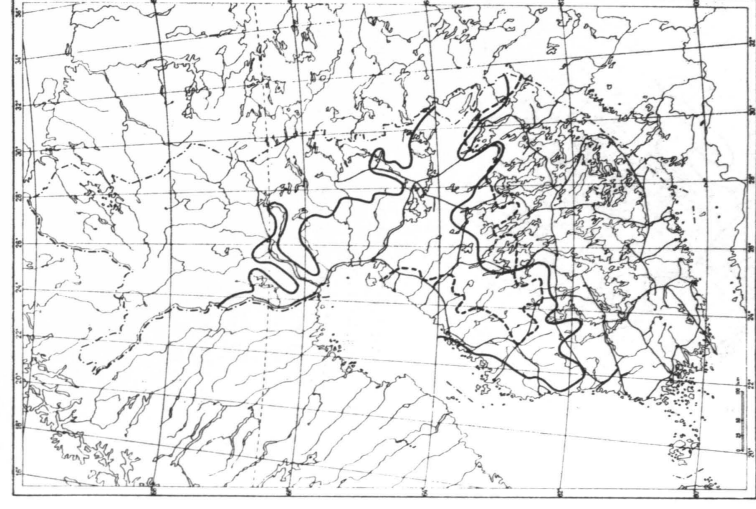
Kuva 7. Ylemmällä viivalla kesäkuun maaihhdunnan ja sademäärän ero on +5 mm ja alemmalla kesäkuun puuttomien maaluideiden haihdunnan ja sademäärän ero on +13 mm (keskimäärin kautena 1931-1960, SOLANTIE).

Fig. 7. Upper limit: +5 mm isoline of the difference between land evaporation and precipitation in June. Lower limit: +13 mm isoline of the difference between evaporation from treeless areas and precipitation in June (averages in period 1931-1960, SOLANTIE).



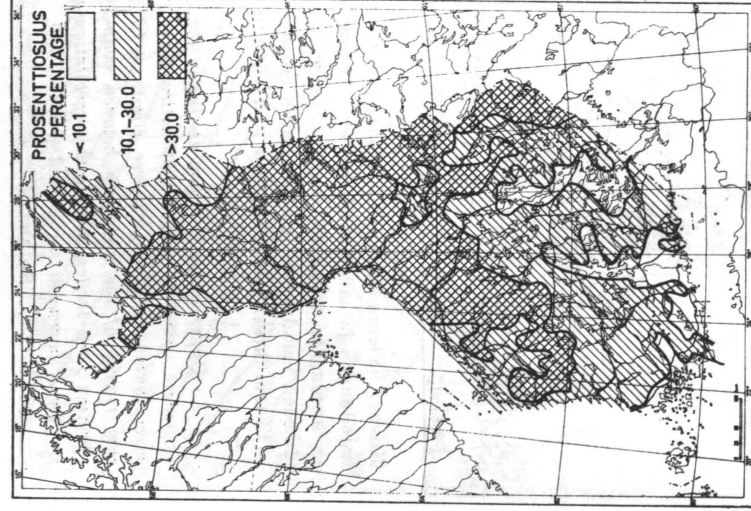
Kuva 8. Heinäkuun maaihhdunnan ja sademäärän erotus (mm) keskim. kautena 1931-1960 (SOLANTIE).

Fig. 8. The difference between land evaporation and precipitation (mm) in July on an average during period 1931-1960 (SOLANTIE).



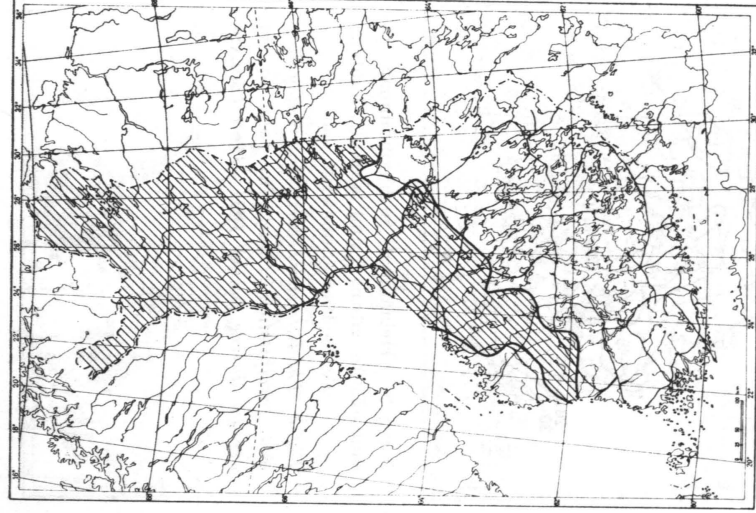
Kuva 9. Ylempi yhtenäinen viiva: Peräpohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeen eteläraja (AHTI y.m. 1968). Alempi yhtenäinen viiva: Etelä-Suomen metsäkasvillisuusvyöhykkeen pohjoisraja (KALELA 1961). Katkoviiva: Aapasoiden esiintymisen eteläraja (RUUHIJÄRVI 1962).

Fig. 9. Upper solid line: Southern limit of the forest vegetation zone of North Finland (AHTI etc. 1968). Lower solid line: Northern limit of the forest vegetation zone of South Finland (KALELA 1961). Dashed line: Southern limit of appearance of aapa fens (RUUHIJÄRVI 1962).



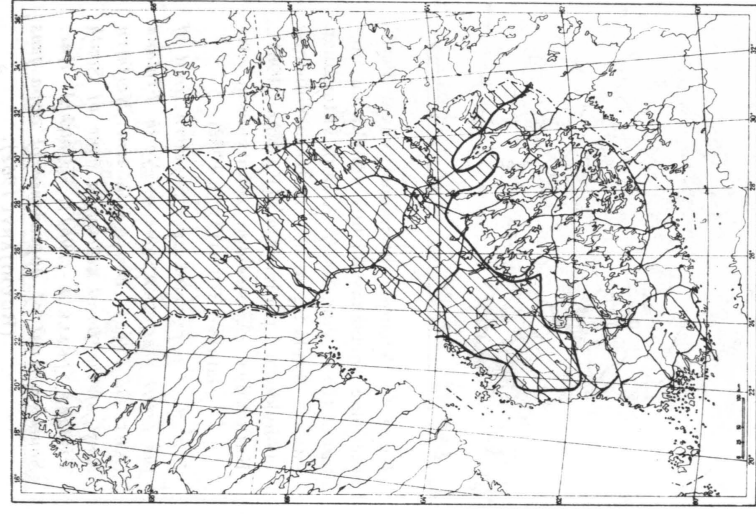
Kuva 10. Soita prosentteina koko maasta v. 1953 (ILVESSALO 1961)

Fig. 10. Peatlands as an percentage of the total land area in 1953 (ILVESSALO 1961).



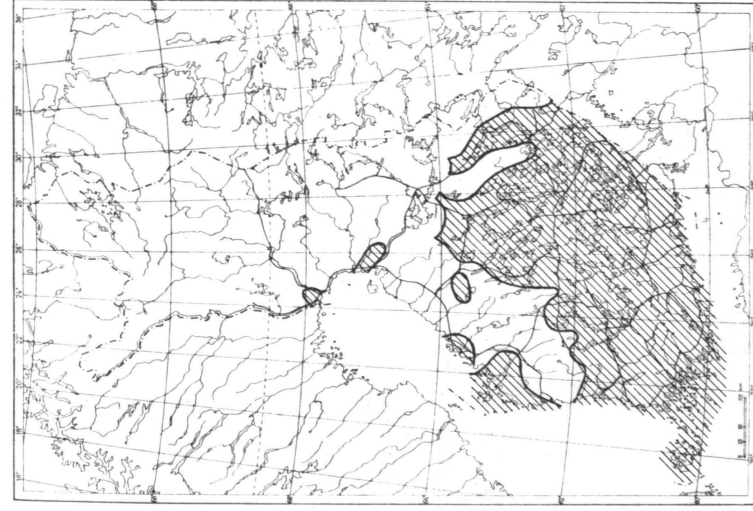
Kuva 11. Puuston keskiukuutiomäärä koko metsämaalla (m^3/ha) v. 1953. Alue, jossa määrä alle 70, viivoitettu (ILVESSALO 1961).

Fig. 11. Average volume of growing stock on total forest land (m^3/ha) in 1953. Region where the value less than 70, hatched (ILVESSALO 1961).



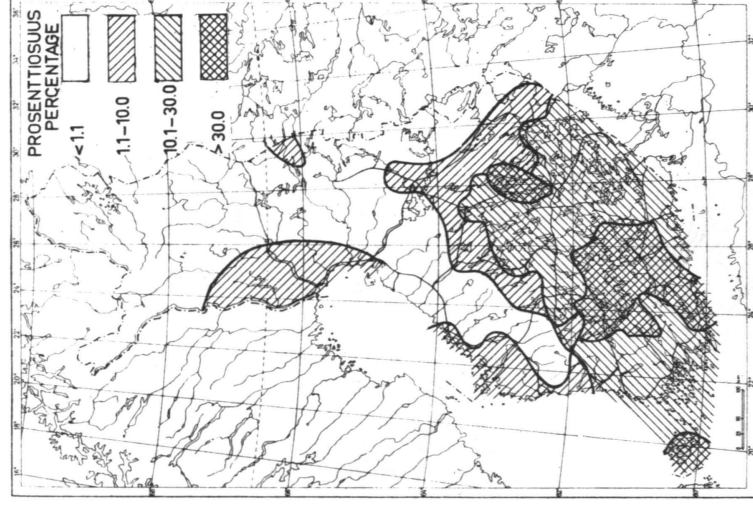
Kuva 12. Vuotuinen puuntuottoiky kasvillisella metsämaalla (m^3/ha). Alue, jossa tuottoiky 4.0 tai pienempi, viivoitettu (ILVESSALO 1960); tällä alueella 40 % Suomen metsien kokonaiskasvusta v. 1953.

Fig. 12. Annual productive capacity of stock on productive forest land (m^3/ha). Region, where the productive capacity 4.0 or less, hatched (ILVESSALO 1960); in this region 40 % of the total growth of stock in Finland in 1953.



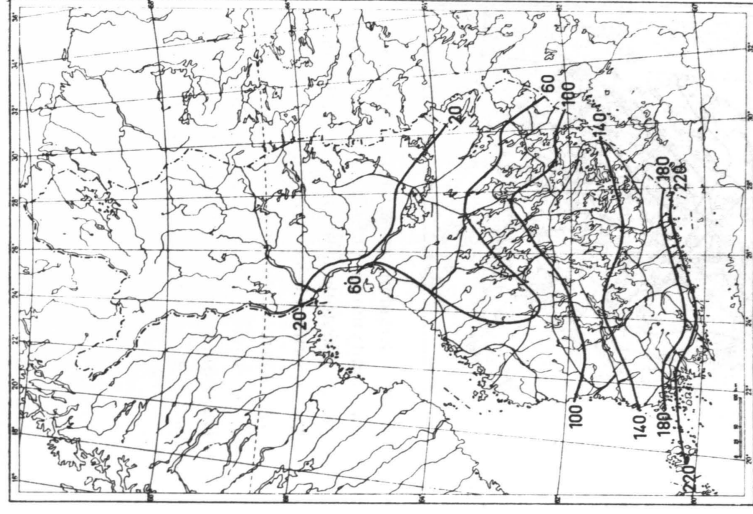
Kuva 13. Mustikkatyypin (MT) metsät v. 1953. Alue, jossa MT-metsiä yli neljännes metsäalasta, viivoitettu (ILVESSALO, 1961)

Fig. 13. Forests of MT-type in 1953. The region hatched where MT forests cover more than 25 % of the forest area (ILVESSALO 1961).



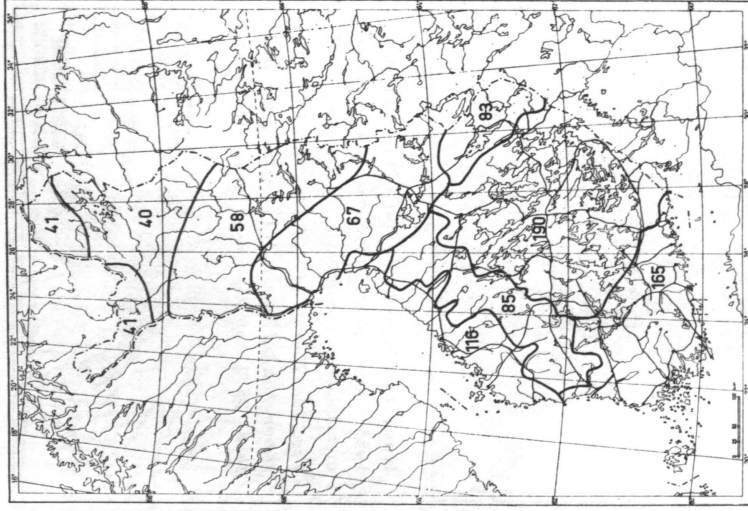
Kuva 14. Lehtoja ja lehtomaisia metsätyyppejä prosentteina kasvullisen metsämaan alasta v. 1953 (ILVESSALO 1961).

Fig. 14. Grass herb and similar types as an percentage of the total area of productive forest land in 1953 (ILVESSALO 1961).



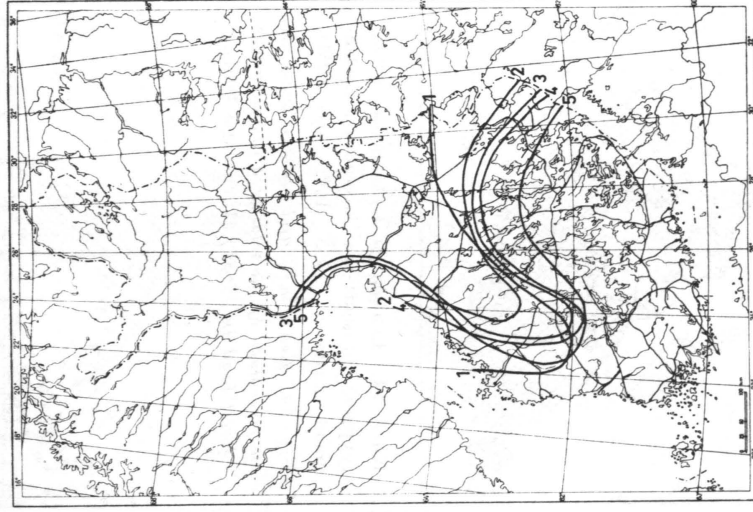
Kuva 15. Eteläisten putkilokasvilajien runsaus (AARIO 1960).

Fig. 15. Abundance of southern vascular plant species (AARIO 1960).



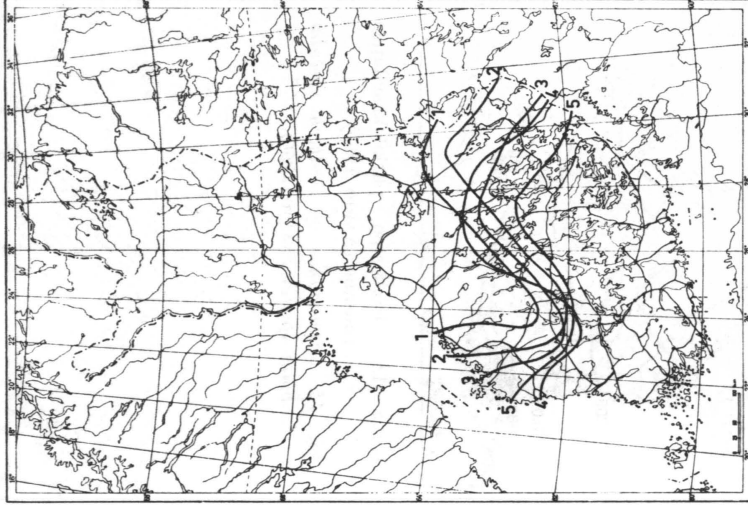
Kuva 16. Pesivien maalintuparien lukumäärä km²:llä (BERGMAN 1960).

Fig. 16. Number of breeding land birds per km² (BERGMAN 1960).



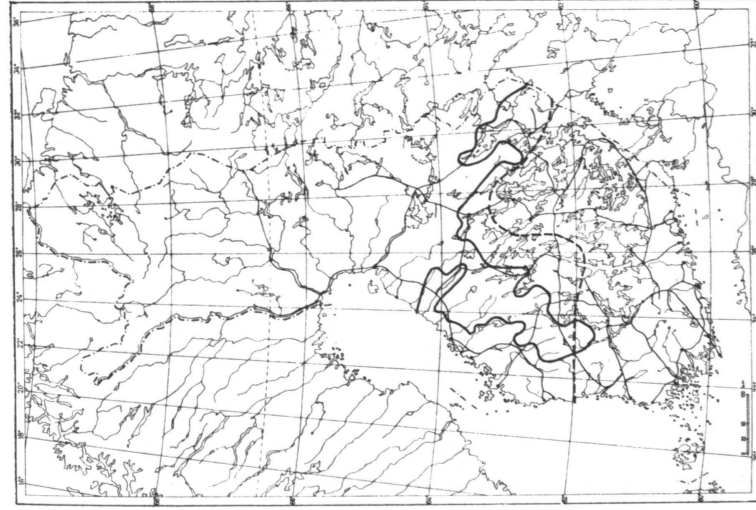
Kuva 17. Eräiden pohjoisten lintulajien yleisen esiintymisen etelärajoja. 1: suokukko; 2: pikkukuovi; 3: urpiainen; 4: pohjan tikka; 5: kuukkeli (LEHTONEN 1951).

Fig. 17. Southern limits for common apperance of some northern bird species: 1: *Philomachus pugnax*; 2: *Numenius facobus*; 3: *Carduelis flammaea*; 4: *Picoides viduactylus*; 5: *Cractus infaustus* (LEHTONEN 1951).



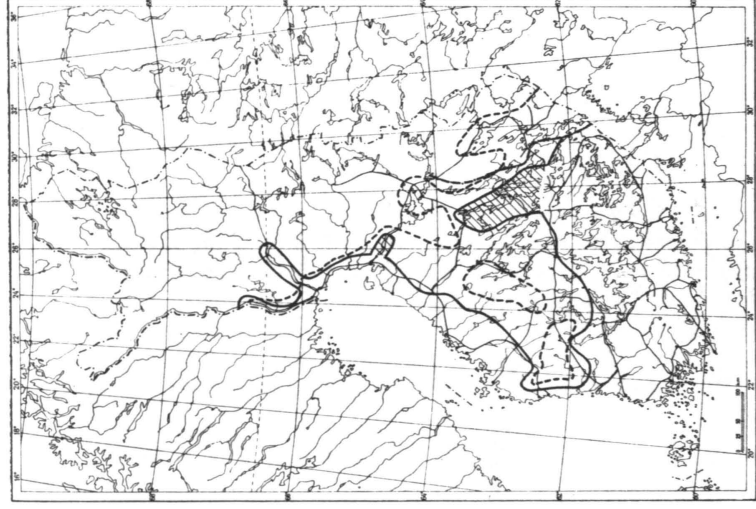
Kuva 18. Eräiden eteläisten lintulajien yleisen esiintymisen pohjoisrajoja. 1: puukiipijä; 2: pyrstötiainen; 3: tikki; 4: luhtahuitti; 5: ruisräikkä (LEHTONEN 1951).

Fig 18. Northern limits for common apperance of some southern bird species. 1: *Certhia familiaris*; 2: *Aegit halos*; 3: *Carduelis carduelis*; 4: *Porzana porzana*; 5: *Crex crex* (LEHTONEN 1951).



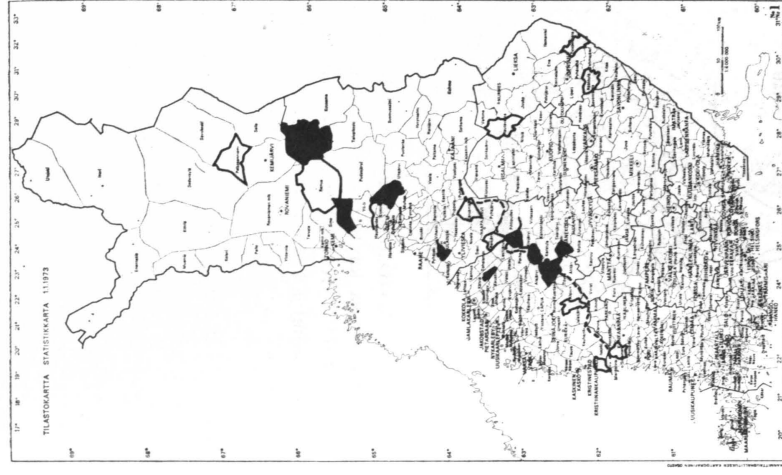
Kuva 19. Katkoviivalla uutemaakerros paksunee nopeimmin pohjoiseen päin (AALTONEN 1952). Yhtenäisen viivan pohjoispuolella vaateliaden kasvillisuusyyppien ja viljelysmaiden yhteenlaskettu osuus maasta pienempi kuin 10 % valtakunnan metsien 2. inventoiminn (1936—1938) mukaan (KUJALA 1952).

Fig 19. On the dashed line the thickness of leached layer of podsol gets thicker most rapidly to the north (AALTONEN 1952). North of the solid line the proportion of exacting vegetation types and cultivated land together to the total land area less than 10 % (KUJALA 1952).



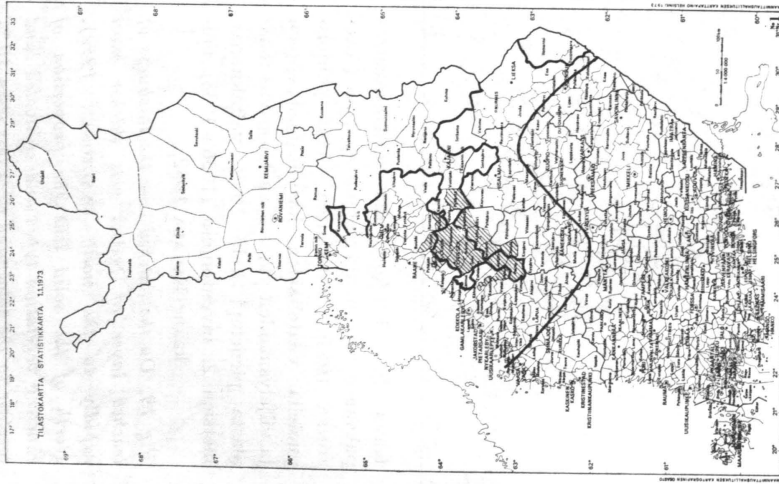
Kuva 20. Asutuksen pohjoisraja 1560-luvulla (yhtenäinen viiva). Savolaisen uudisasutuksen alue viivoitettu (Pohjoismaisen autioitutumisen suomen jaosto 1973). Katkoviivojen pohjois- ja sisäpuolella viljelys-, tontti-, tie y.m.s. maata 10 % tai vähemmän kokonaisuus-alaasta v. 1953 (ILVESSALO 1961).

Fig. 20. The northern limit of settlement in 1560's (solid line). In the hatched area new settlement established by Savo tribe. (Pohjoismaisen autioitutumisen Suomen jaosto 1973). North of and inside the dashed lines cultivated, building, road etc. areas together cover 10 % or less of total land area (ILVESSALO 1961).



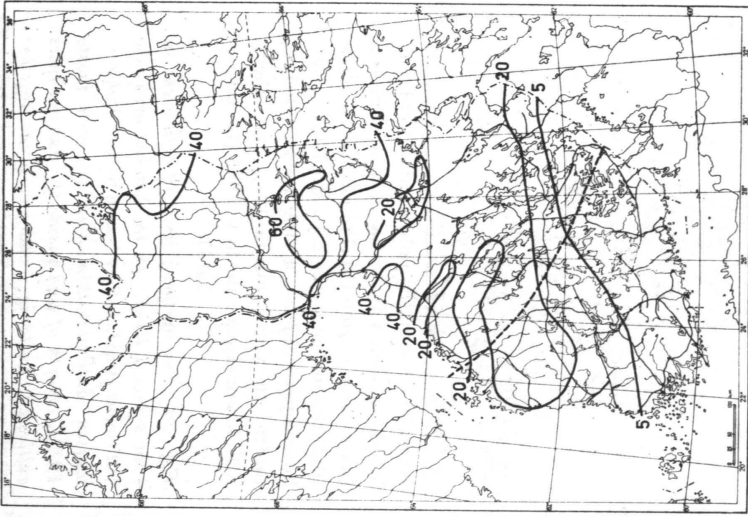
Kuva 21. Kunnat, joissa v. 1969 veroöyriien luku henkeä kohti oli 1800—1899 (mustalla) ja kunnat, joissa se oli 1900—1999 (Mitätä—miltoin 1972). Suomenselän vedenjakaja katkoviivana.

Fig 21. The communes in which the number of tax units was 1800—1899 (as black) and communes, in which it was 1900—1999 (year 1969) (Mitätä—missä—miltoin 1972). Suomenselkä water shed as dashed line.



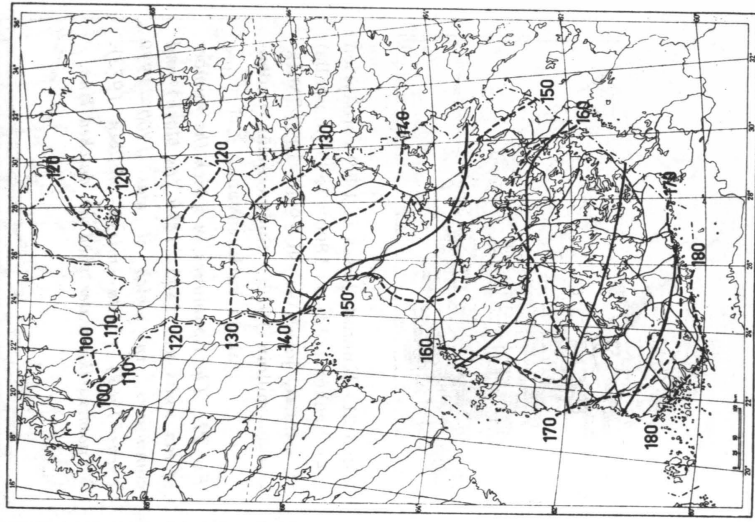
Kuva 22. Ylemmän viivan pohjoispuolella kevätevehnällä vähemmän kuin 0.1 % peltoalasta v. 1959, alemman viivan eteläpuolella kevätevehnän viljely yleistä v. 1960 (AARIO 1966). Viivoitetulla alueella suurimmat hallavahingot (VALMARI 1970).

Fig. 22. North of the upper line spring wheat grown on less than 0.1 % of the cultivated area in 1959, and south of the lower line spring wheat commonly grown in 1960 (AARIO 1966). The frost damages together greatest in the hatched areas (VALMARI 1966).



Kuva 23. Lumensyvyys (cm) 10. 11. v. 1968 ilmatieteen laitoksen havaintojen mukaan (SOLANTIE). Katkoviivan pohjoispuolella maatalousministeriö maksoi kato-
korvausta lumen alle jääneestä viljasta.

Fig. 23. Snow depth on 10 Nov. 1968 according to observations of Finnish Meteorological Institute (SOLANTIE). North of the dashed line paid allowance by Ministry of Agriculture and Forestry for the damages caused by snow covered the crops.



Kuva 24. Maatalouskeskusten liiton lajikesuosituksessa käytetty vyöhykejako vuodelta 1974. Katkoviivoin kasvukauden pituus keskimäärin kautena 1931—1960; SOLANTIEN analyysi KOLKIN (1966) havainnoista.

Fig. 24. The division in zones, when recommended to grow different plant species by The Association of Agricultural Centers in 1974. Dashed lines: the length of growing season on an average during period 1931—1960; analysed by SOLANTIE using KOLKIN's (1966) observations.